

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年5月12日 (12.05.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/043607 A1

(51) 国際特許分類⁷: H01L 21/027, G03F 7/20

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/015235

(22) 国際出願日: 2004年10月15日 (15.10.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2003-371780
2003年10月31日 (31.10.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).

Kazuya) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内
3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒
1048453 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 Tokyo
(JP).

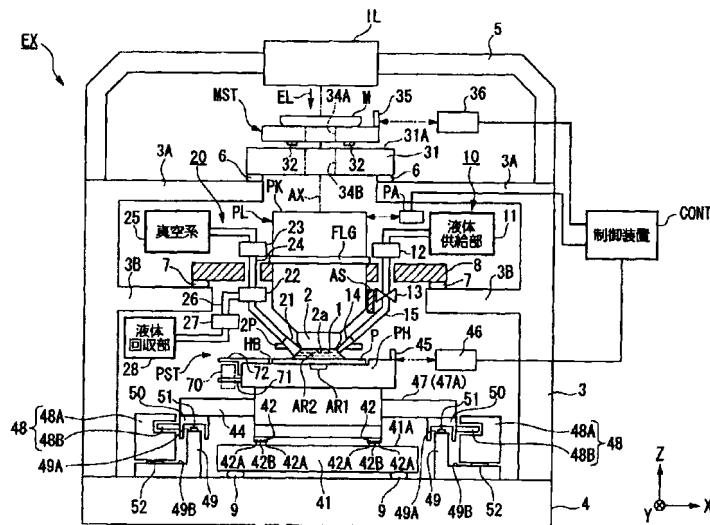
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE PRODUCING METHOD

(54) 発明の名称: 露光装置及びデバイス製造方法



25... VACUUM SYSTEM
28... LIQUID RECOVERY SECTION
11... LIQUID SUPPLY SECTION
CONT... CONTROL SECTION

(57) Abstract: An exposure apparatus forming a predetermined pattern on a substrate by using exposure light. The exposure apparatus has a stage apparatus movable relative to the optical axis of the exposure light; a light transmitting member, to the upper part of which is fed a liquid; and a detection apparatus capable

[続葉有]



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

of being positioned below the light transmitting member at the time of detection. A liquid for exposure is prevented from leaking and entering optical measuring equipment including a wave aberration measuring instrument, and as a result, optical adjustment such as image performance and optical characteristics can be excellently performed.

(57) 要約: 露光光を用いて基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、前記露光光の光軸に対して移動可能なステージ装置と、前記ステージ装置に設置され、上部に液体が供給される光透過性部材と、検出を行う際に前記光透過性部材の下部に配置可能な検出装置とを備える。波面収差測定器等の光学測定機器への露光用の液体の漏洩や浸入を防止し、像性能や光学特性等の光学調整を良好に行うことができる。

明 細 書

露光装置及びデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、投影光学系と液体とを介して基板を露光する露光装置、及びこの露光装置を用いるデバイス製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、半導体素子や液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程においては、マスク又はレチクル(以下、「マスク」と総称する)に形成されたパターン(以下、「レチクルパターン」とも呼ぶ)を投影光学系を介してレジスト等が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板(以下、適宜「基板」と総称する)上に転写する露光装置が用いられている。こうした露光装置としては、いわゆるステッパ等の静止露光型の露光装置や、いわゆるスキャニングステッパ等の走査露光型の露光装置が主として用いられている。

[0003] このような露光装置においては、レチクルに形成されたパターンを高い解像力で、基板に忠実に投影する必要がある。このため、例えば下記特許文献1に開示されている波面収差測定技術を用いることにより、投影光学系に残存している諸収差を測定し所望の像性能や光学特性が得られるように、投影光学系を調整する方法が提案されている。

[0004] 一方、近年ではデバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が多いほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度 δ はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \cdots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。

(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長 λ を短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度 δ が狭くなることが分かる。

[0005] 焦点深度 δ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献2に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の $1/n$ (n は液体の屈折率で通常1.2〜1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 n 倍に拡大するというものである。

本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、下記パンフレット及び下記公報の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

特許文献1:特開2002-202221号公報

特許文献2:国際公開第99/49504号パンフレット

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、液浸露光装置における投影光学系の波面収差測定方法は、波面収差測定器と投影光学系との間に露光用の液体を介して行う必要がある。ここで、露光用の液体が漏洩し、波面収差測定器の内部に浸入すると、その液体により当該測定器の故障、漏電等の不都合を招くという問題がある。また、これによって諸収差を正確に測定することができず、投影光学系を調整できなくなり、従って、露光処理を良好に行うことができなくなる。

[0007] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、波面収差測定器等の光学測定機器への露光用の液体の漏洩や浸入を防止し、像性能や光学特性等の光学調整を良好に行うことができる露光装置、及び当該露光装置を用いたデバイス製造

方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図7に対応付けした以下の構成を採用している。

本発明の露光装置(EX)は、ステージ装置(PST)に保持された基板(P)と投影光学系(PL)との間を液体(1)で満たし、投影光学系(PL)と液体(1)とを介して基板上にパターン像を投影することによって基板を露光する露光装置において、ステージ装置(PST)は、該ステージ装置(PST)に着脱可能な検出手段(70)を設置するための設置部(71)と、検出手段(70)を設置部(71)に設置した際に検出手段(70)の検出光の光路上に位置するように配置された光透過性部材(72)と、を備えることを特徴とする。

[0009] 本発明によれば、光透過性部材(72)を設けることにより、液体(1)は光透過性部材(72)の上面において保持され、当該液体(1)は、光透過性部材(72)の外部へ流出することがない。従って、検出手段(70)への液体(1)の漏洩や浸入を防止することができる。従って、光学特性の調整を良好に行うことができる。

[0010] 本発明はまた、露光光を用いて基板上に所定のパターンを形成する露光装置(EX)であって、前記露光光の光軸に対して移動可能なステージ装置(PST)と、前記ステージ装置に設置され、上部に液体が供給される光透過性部材(72)と、検出を行う際に前記光透過性部材の下部に配置可能な検出装置(70)とを備えることを特徴とする露光装置を提供する。

[0011] 本発明のデバイス製造方法は、上記のいずれか記載の露光装置(EX)を用いることを特徴とする。本発明によれば、光透過性部材(72)を設けたことによって検出手段(70)の故障が生じることが無く、また、液体(1)の検出手段(70)への付着による誤測定が防止し、正確な光学測定と光学調整が施されるので、従って、良好な装置環境でデバイス製造を行うことができる。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、露光用の液体の漏洩や浸入による周辺装置・部材や露光動作に与える影響を抑える、あるいは低減することができるので、精度良い露光処理を行うこ

とができ、所望の性能を有するデバイスを製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の露光装置の第1実施形態を示す概略構成図である。
- [図2]基板ステージを示す斜視図である。
- [図3]投影光学系の先端部近傍、液体供給機構、及び液体回収機構を示す概略構成図である。
- [図4]基板ホルダを示す平面図である。
- [図5]図4のA-A断面を示す側断面図である。
- [図6]波面収差測定装置を用いた波面収差測定方法を説明するための説明図である。
- 。
- [図7]半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

符号の説明

- [0014] 1…液体、70…波面収差測定装置(検出手段)、71…ブラケット(設置部)、72…カバー(光透過性部材)、73…溝部(凹凸部)、PST…ステージ装置、P…基板、PL…投影光学系、EX…露光装置

発明を実施するための最良の形態

- [0015] 以下、本発明の露光装置について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の露光装置の第1実施形態を示す概略構成図である。

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持するマスクステージMSTと、基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。ここで、マスクステージMST及び投影光学系PLは、メインコラム3によって支持されており、当該メインコラム3は床面に水平に載置されたベースプレート4上に設置されている。また、メインコラム3には、内側に向けて突出する上側段部3A及び下側段部3Bが形成されている。

- [0016] 本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上すると

もに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板P上に液体1を供給する液体供給機構10と、基板P上の液体1を回収する液体回収機構20とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に転写している間、液体供給機構10から供給した液体1により投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の一部に液浸領域AR2を形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの先端部(終端部)の光学素子2と基板Pの表面との間に液体1を満たし、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体1及び投影光学系PLを介してマスクMのパターン像を基板P上に投影することによってこの基板Pを露光する。

[0017] 本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き(逆方向)に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置(所謂スキャニングステッパ)を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向(走査方向)をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向(非走査方向)をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転(傾斜)方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上に感光性材料であるフォトレジストを塗布したものを含み、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。

[0018] 照明光学系ILは、メインコラム3の上部に固定された支持コラム5により支持されている。照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオブティカルインテグレータ、オブティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、及び露光光ELによるマスクM上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線(g線、h線、i線)及びKrFエキシマレーザー光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV

光)や、ArFエキシマレーザ光(波長193nm)及びF₂レーザ光(波長157nm)等の真空紫外光(VUV光)等が用いられる。本実施形態においてはArFエキシマレーザ光が用いられる。

[0019] 本実施形態において、液体1には純水が用いられる。純水はArFエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線(g線、h線、i線)及びKrFエキシマレーザ光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV光)も透過可能である。

[0020] マスクステージMSTは、マスクMを支持するものであって、その中央部にマスクMのパターン像を通過させる開口部34Aを備えている。メインコラム3の上側段部3Aには、防振ユニット6を介してマスク定盤31が支持されている。マスク定盤31の中央部にも、マスクMのパターン像を通過させる開口部34Bが形成されている。マスクステージMSTの下面には非接触ベアリングである気体軸受(エアベアリング)32が複数設けられている。マスクステージMSTはエアベアリング32によりマスク定盤31の上面(ガイド面)31Aに対して非接触支持されており、リニアモータ等のマスクステージ駆動機構により、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び θ Z方向に微小回転可能である。マスクステージMST上には移動鏡35が設けられている。また、移動鏡35に対向する位置にはレーザ干渉計36が設けられている。

マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び θ Z方向の回転角(場合によっては θ X、 θ Y方向の回転角も含む)はレーザ干渉計36によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、レーザ干渉計36の計測結果に基づいてマスクステージ駆動機構を駆動することでマスクステージMSTに支持されているマスクMの位置を制御する。

[0021] 投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率 β で基板Pに投影露光するものであって、基板P側の先端部に設けられた光学素子(レンズ)2を含む複数のレンズエレメント(光学素子)で構成されており、これら光学素子は鏡筒PKで支持されている。

本実施形態において、投影光学系PLは、例えば投影倍率 β が、例えば1/4あるいは1/5の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでも

よい。鏡筒PKの外周部にはフランジ部FLGが設けられている。また、メインコラム3の下側段部3Bには、防振ユニット7を介して鏡筒定盤8が支持されている。そして、投影光学系PLのフランジ部FLGが鏡筒定盤8に係合することによって、投影光学系PLが鏡筒定盤8に支持されている。このため、上述のように、露光光ELによりマスクM上の照明領域が照明されると、そのマスクMに形成されたパターンが投影光学系PLによって投影倍率 β で縮小された像(部分倒立像)が、表面にレジスト(感光剤)が塗布された基板P上のスリット状の露光領域に投影され転写される。

[0022] また、投影光学系PLにおいては、上記の複数のレンズエレメントのうち、特定のレンズエレメント(例えば、所定の5つのレンズエレメント)がそれぞれ独立に移動可能となっている。かかるレンズエレメントの移動は、特定レンズエレメントを支持するレンズ支持部材を支持し、鏡筒PKと連結する、特定レンズごとに設けられた3個のピエゾ素子等の駆動素子によって行われるようになっている。即ち、特定のレンズエレメントを、それぞれ独立に、各駆動素子の変位量に応じて光軸AXに沿って平行移動させることもできるし、光軸AXと垂直な平面に対して所望の傾斜を与えることもできるようになっている。

そして、これらの駆動素子に与えられる駆動指示信号が、制御装置CONTからの指令に基づいて結像特性補正コントローラPAによって制御され、これによって各駆動素子の変位量が制御されるようになっている。こうして構成された投影光学系PLでは、制御装置CONTによる結像特性補正コントローラPAを介したレンズエレメントの移動制御により、ディストーション、像面湾曲、非点収差、コマ収差、又は球面収差等の光学特性が調整可能となっている。

[0023] また、投影光学系PLの側部には、アライメント顕微鏡ASが設けられている。当該アライメント顕微鏡ASとしては、基板P上に形成されたストリートラインや位置検出用マーク(ファインアライメントマーク)を観測する結像アライメントセンサから成るオフ・アクシス方式の顕微鏡が用いられている。このアライメント顕微鏡ASの詳細な構成は、例えば特開平9-219354号公報に開示されている。アライメント顕微鏡ASによる観測結果は、制御装置CONTに供給される。

[0024] また、投影光学系PLの先端部の光学素子2は、鏡筒PKに対して着脱(交換)可能

に設けられている。光学素子2には液浸領域AR2の液体1が接触する。光学素子2は螢石で形成されている。螢石は水との親和性が高いので、光学素子2の液体接触面2aのほぼ全面に液体1を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子2の液体接触面2aとの親和性が高い液体(水)1を供給するようにしているので、光学素子2の液体接触面2aと液体1との密着性が高く、光学素子2と基板Pとの間の光路を液体1で確実に満たすことができる。なお、光学素子2は、水との親和性が高い石英であってもよい。また、光学素子2の液体接触面2aに親水化(親液化)処理を施して、液体1との親和性をより高めるようにしてもよい。

[0025] また、光学素子2を囲むようにプレート部材2Pが設けられている。プレート部材2Pの基板Pと対向する面(すなわち下面)は平坦面となっている。光学素子2の下面(液体接触面)2aも平坦面となっており、プレート部材2Pの下面と光学素子2の下面とはほぼ面一となっている。これにより、広い範囲で液浸領域AR2を良好に形成することができる。また、プレート部材2Pの下面に、光学素子2同様、表面処理(親液化処理)を施すことができる。

[0026] 基板ステージPSTには、基板Pを保持するための基板ホルダPHが移動可能に設けられており、その下面には複数の非接触ベアリングである気体軸受(エアベアリング)42が設けられている。なお、基板ホルダPHには、凹部HBが設けられており、当該凹部HBの中に基板Pが吸着保持されている。ベースプレート4上には、防振ユニット9を介して基板定盤41が支持されている。エアベアリング42は、基板定盤41の上面(ガイド面)41Aに対して気体(エア)を吹き出す吹出口42Bと、基板ステージPST下面(軸受面)とガイド面41Aとの間の気体を吸引する吸気口42Aとを備えており、吹出口42Bからの気体の吹き出しによる反発力と吸気口42Aによる吸引力との釣り合いにより、基板ステージPST下面とガイド面41Aとの間に一定の隙間を保持する。つまり、基板ステージPSTはエアベアリング42により基板定盤(ベース部材)41の上面(ガイド面)41Aに対して非接触支持されており、リニアモータ等の基板ステージ駆動機構により、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び θ Z方向に微小回転可能である。更に、基板ホルダPHは、Z軸方向、 θ X方向、及び θ Y方向にも移動可能に設けられている。基板ステージ駆動

機構は制御装置CONTにより制御される。すなわち、基板ホルダPHは、基板Pのフォーカス位置(Z位置)及び傾斜角を制御して基板Pの表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込むとともに、基板PのX軸方向及びY軸方向における位置決めを行う。

- [0027] 基板ステージPST(基板ホルダPH)上には移動鏡45が設けられている。また、移動鏡45に対向する位置にはレーザ干渉計46が設けられている。基板ステージPST上の基板Pの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計46によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはレーザ干渉計46の計測結果に基づいてリニアモータを含む基板ステージ駆動機構を駆動することで基板ステージPSTに支持されている基板Pの位置決めを行う。
- [0028] また、基板ステージPST(基板ホルダPH)における周縁の一部には、後述するように投影光学系PLの光学特性を測定する波面収差測定装置(検出手段)70を着脱可能とするためのブラケット(設置部)71と、当該波面収差測定装置(検出手段)70を液体1から保護すると共に、波面収差測定装置70の検出光を透過させるカバー(光透過性部材)72が設けられている。
- [0029] 図2は、基板ステージPST及びこの基板ステージPSTを駆動する基板ステージ駆動機構を示す概略斜視図である。図2において、基板ステージPSTは、Xガイドステージ44によりX軸方向に移動自在に支持されている。基板ステージPSTは、Xガイドステージ44に案内されつつXリニアモータ47によりX軸方向に所定ストロークで移動可能である。Xリニアモータ47は、Xガイドステージ44にX軸方向に延びるように設けられた固定子47Aと、この固定子47Aに対応して設けられ基板ステージPSTに固定された可動子47Bとを備えている。そして、可動子47Bが固定子47Aに対して駆動することで基板ステージPSTがX軸方向に移動する。ここで、基板ステージPSTは、Xガイドステージ44に対してZ軸方向に所定量のギャップを維持する磁石及びアクチュエータからなる磁気ガイドにより非接触で支持されている。基板ステージPSTはXガイドステージ44に非接触支持された状態でXリニアモータ47によりX軸方向に移動する。
- [0030] Xガイドステージ44の長手方向両端には、このXガイドステージ44を基板ステージ

PSTとともにY軸方向に移動可能な一対のYリニアモータ48、48が設けられている。Yリニアモータ48のそれぞれは、Xガイドステージ44の長手方向両端に設けられた可動子48Bと、この可動子48Bに対応して設けられた固定子48Aとを備えている。

そして、可動子48Bが固定子48Aに対して駆動することでXガイドステージ44が基板ステージPSTとともにY軸方向に移動する。また、Yリニアモータ48、48のそれぞれの駆動を調整することでXガイドステージ44は θ Z方向にも回転移動可能となっている。したがって、このYリニアモータ48、48により基板ステージPSTがXガイドステージ44とほぼ一体的にY軸方向及び θ Z方向に移動可能となっている。

[0031] 基板定盤41のX軸方向両側のそれぞれには、正面視L字状に形成され、Xガイドステージ44のY軸方向への移動を案内するガイド部49が設けられている。ガイド部49はベースプレート4上に支持されている。本実施形態において、ガイド部49の平坦部49B上に、Yリニアモータ48の固定子48Aが設けられている。一方、Xガイドステージ44の下面の長手方向両端部のそれぞれには凹形状の被ガイド部材50が設けられている。ガイド部49は被ガイド部50と係合し、ガイド部49の上面(ガイド面)49Aと被ガイド部材50の内面とが対向するように設けられている。ガイド部49のガイド面49Aには非接触ベアリングである気体軸受(エアベアリング)51が設けられており、Xガイドステージ44はガイド面49Aに対して非接触支持されている。

[0032] また、Yリニアモータ48の固定子48Aとガイド部49の平坦部49Bとの間には非接触ベアリングである気体軸受(エアベアリング)52が介在されており、固定子48Aはエアベアリング52によりガイド部49の平坦部49Bに対して非接触支持される。このため、運動量保存の法則によりXガイドステージ44及び基板ステージPSTの+Y方向(-Y方向)の移動に応じて固定子48Aが-Y方向(+Y方向)に移動する。この固定子48Aの移動によりXガイドステージ44及び基板ステージPSTの移動に伴う反力が相殺されるとともに重心位置の変化を防ぐことができる。すなわち、固定子48Aは所謂カウンタマスとしての機能を有している。

[0033] このように構成された基板ステージPSTは、走査方向(Y方向)の移動のみならず、基板P上の複数のショット領域を前記照明領域と共役な露光領域に位置させることができるように、走査方向に垂直な方向(X方向)にも移動可能となる。そして、制御装

置CONTの駆動信号に伴って、基板P上の各ショット領域を走査(スキャン)露光する動作と、次のショットの露光開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。従って、基板ステージPSTはXY2次元方向への移動や θ Z方向への回転移動が可能となる。

[0034] 図3は、液体供給機構10、液体回収機構20、及び投影光学系PL先端部近傍を示す拡大図である。液体供給機構10は、投影光学系PLと基板Pとの間へ液体1を供給するものであって、液体1を送出可能な液体供給部11と、液体供給部11に供給管15を介して接続され、この液体供給部11から送出された液体1を基板P上に供給する供給ノズル14とを備えている。供給ノズル14は基板Pの表面に近接して配置されている。液体供給部11は、液体1を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えており、供給管15及び供給ノズル14を介して基板P上に液体1を供給する。液体供給部11の液体供給動作は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは液体供給部11による基板P上に対する単位時間あたりの液体供給量を制御可能である。

[0035] 供給管15の途中には、液体供給部11より基板P上に供給される液体1の量(単位時間あたりの液体供給量)を計測する流量計12が設けられている。流量計12は基板P上に供給される液体1の量を常時モニタし、その計測結果を制御装置CONTに出力する。

また、供給管15のうち流量計12と供給ノズル14との間には、供給管15の流路を開閉するバルブ13が設けられている。バルブ13の開閉動作は制御装置CONTにより制御されるようになっている。

[0036] 液体回収機構20は、液体供給機構10によって供給された基板P上の液体1を回収するものであって、基板Pの表面に近接して配置された回収ノズル(吸引口)21と、回収ノズル21に回収管24を介して接続された真空系25とを備えている。真空系25は真空ポンプを含んで構成されており、その動作は制御装置CONTに制御される。真空系25が駆動することにより、基板P上の液体1はその周囲の気体(空気)とともに回収ノズル21を介して回収される。なお、真空系25として、露光装置に真空ポンプを設けずに、露光装置EXが配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。

[0037] 回収管24の途中には、回収ノズル21から吸い込まれた液体1と気体とを分離する

気液分離器22が設けられている。ここで、上述したように、回収ノズル21からは基板P上の液体1とともにその周囲の気体も回収される。気液分離器22は、回収ノズル21より回収した液体1と気体とを分離する。気液分離器22としては、例えば複数の穴部を有する管部材に回収した液体と気体とを流通させ、液体を重力作用により前記穴部を介して落下させることで液体と気体とを分離する重力分離方式や、回収した液体と気体とを遠心力を使って分離する遠心分離方式等を採用可能である。そして、真空系25は、気液分離器22で分離された気体を吸引するようになっている。

[0038] 回収管24のうち、真空系25と気液分離器22との間には、気液分離器22によって分離された気体を乾燥させる乾燥器23が設けられている。仮に気液分離器22で分離された気体に液体成分が混在していても、乾燥器23により気体を乾燥し、その乾燥した気体を真空系25に流入させることで、液体成分が流入することに起因する真空系25の故障等の不都合の発生を防止することができる。乾燥器23としては、例えば気液分離器22より供給された気体(液体成分が混在している気体)を、その液体の露点以下に冷却することで液体成分を除く方式や、その液体の沸点以上に加熱することで液体成分を除く方式等を採用可能である。

[0039] 一方、気液分離器22で分離された液体1は第2回収管26を介して液体回収部28に回収される。液体回収部28は、回収された液体1を収容するタンク等を備えている。液体回収部28に回収された液体1は、例えば廃棄されたり、あるいはクリーン化されて液体供給部11等に戻され再利用される。また、第2回収管26の途中であって気液分離器22と液体回収部28との間には、回収された液体1の量(単位時間あたりの液体回収量)を計測する流量計27が設けられている。流量計27は基板P上から回収された液体1の量を常時モニタし、その計測結果を制御装置CONTに出力する。上述したように、回収ノズル21からは基板P上の液体1とともにその周囲の気体も回収されるが、気液分離器22で液体1と気体とを分離し、液体成分のみを流量計27に送ることにより、流量計27は基板P上より回収した液体1の量を正確に計測可能となる。

[0040] また、露光装置EXは、基板ステージPSTに支持されている基板Pの表面の位置を検出するフォーカス検出系56を備えている。フォーカス検出系56は、基板P上に液体1を介して斜め方向より検出用光束を投射する投光部56Aと、基板Pで反射した前

記検出用光束の反射光を受光する受光部56Bとを備えている。フォーカス検出系56(受光部56B)の受光結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTはフォーカス検出系56の検出結果に基づいて、基板P表面のZ軸方向の位置情報を検出することができる。また、投光部56Aより複数の検出用光束を投射することにより、基板Pの θX 及び θY 方向の傾斜情報を検出することができる。

- [0041] なお、図1の一部断面図に示すように、液体供給機構10及び液体回収機構20は、鏡筒定盤8に対して分離支持されている。これにより、液体供給機構10及び液体回収機構20で生じた振動が、鏡筒定盤8を介して投影光学系PLに伝わることはない。
- [0042] 図4は、基板ステージPST(基板ホルダPH)の平面図である。図5は、図4のA-A断面を示す図であり、基板ステージPSTの側断面図である。基板ホルダPHの上面には、基準平板81と、照射量モニタ82と、ムラセンサ83と、AIS送光部84と、AISパターン板85と、フィディシャルマーク(FM)86とが設けられている。そして、上述したように基板ホルダPHにおける周縁の一部には、ブラケット71と、カバー71とが設けられている。ここで、ブラケット71は、投影光学系PLの光学特性を測定する波面収差測定装置70を着脱可能とするための部位であり、基板ホルダPHの側部に常時設けられたものである。また、カバー72は、本発明の光透過性部材に相当する部位であり、波面収差測定装置70をブラケット71に取り付けて光学測定を行う際に、基板ホルダPHから漏洩する液体1から保護すると共に、波面収差測定装置70の検出光を透過させるものである。

なお、波面収差測定装置70は、露光動作中においてはブラケット71から取り外されるものであり、露光装置EXをメンテナンスする際に、投影光学系PLの波面収差を測定して光学調整を行う場合において、ブラケット71に取り付けて用いられるものである。

- [0043] このカバー72は、波面収差測定装置70の検出光の光路上に位置するようになっている。カバー72の材質は、光透過性を有するものであれば特に限定するものではなく、ガラスや石英等の材料や透明性樹脂材料等が採用される。また、カバー72の上面72Tは撥液性を有しており、当該上面72における撥液性を得るために公知の撥液処理(表面処理)を施すことが好ましい。なお、カバー72の材料自体に十分な撥

液性を有する場合には撥液処理を施す必要はない。

- [0044] 更に、Z方向(波面収差測定装置70の検出光の光軸方向)において、カバー72における上面72Tの位置と、基板ホルダPHにおける上面HTの位置と、が略同じになるようにカバー72が配置されている。また、同方向において、基板Pが基板ホルダPHに設けられた凹部HB内に吸着保持されており、基板ホルダPHにおける上面HTの位置と、基板Pにおける上面PTの位置と、が略同じになっている。
- [0045] また、基板ホルダPHとカバー72の周縁部においては、基準平面板81と、照射量モニタ82と、ムラセンサ83と、AIS送光部84と、AISパターン板85と、フィディシャルマーク(FM)86とを囲うように、溝部(凹凸部)73が設けられている。この溝部73は、後述するように液体1が基板ホルダPHの外部に漏洩するのを抑制し、波面収差測定装置70に液体1がかかるのを防止するものである。
- [0046] また、カバー72と基板ホルダPHとは、ネジ等の締結部材によって固定されている。ここで、締結部材の締め付け応力によって基板ホルダPHに歪みが生じないようになっている。また、カバー72における上面72Tの位置と、基板ホルダPHにおける上面HTの位置とを高精度に位置決めするために、締結部材に隣接させた位置決めピンを設けることが好ましい。また、基板ホルダPHとカバー72との接合面におけるクリアランスは、数 μ m以下であることが好ましく、具体的にはカバー72における上面72Tの撥液性によって当該接合部に液体1が侵入しない程度であればよい。
- 例えば、基板ホルダPHとカバー72とのクリアランス(隙間)は0.1〜1mm程度に設定することができる。クリアランスを0.3mm以下に設定してもよい。このようにすることで、液体1の表面張力によりその隙間に液体1が流れ込むことはほとんどなくなる。ただし、本発明はこのような場合に限定されるものではなく、カバー72を基板ホルダPHに密着させて固定してもよい。また、カバー72を交換可能に基板ホルダPHに取り付けられる構成とし、カバー72が液体で汚れたような場合には交換できるようにしておいてもよい。
- [0047] ブラケット71は、波面収差測定装置70を使用する際に、当該波面収差測定装置70を保持する部位であるため、十分な保持強度を有する構造となっている。当該ブラケット71も上記カバー72と同様に、基板ホルダPHに歪みが生じないよう基板ホルダ

PHに締結されている。

- [0048] なお、本実施形態では、液体1を保持する保持部として溝部73をカバー72と基板ホルダPHの周縁部に設けた構成を採用したが、必ずしも凹部状の部位を形成する必要はなく、凸部状の部位を形成した構成でもよい。

また、カバー72は、波面収差測定装置70を構成する光学素子の一部であってもよい。例えば、レンズとして機能させてもよい。カバー72がレンズ機能を有する場合には、カバー72の裏面(波面収差測定装置70側)に凸レンズ又は凹レンズとして実現されることが好ましい。

- [0049] 次に、図1、図3、及び図6を参照して、波面収差測定装置70を用いた投影光学系PLの収差測定方法について説明する。

まず、収差測定を行うにあたり、ブラケット71に波面収差測定装置70を取り付ける。なお、波面収差測定装置70の測定結果は制御装置CONTに出力されるようになっており、制御装置CONTは測定結果に応じて結像特性補正コントローラPAを制御する。

このように、波面収差測定装置70が取り付けられた後に、液体供給機構10が液体1を供給することにより、カバー72と光学素子2の液体接触面2aとの間に液体1が満たされる。そして、液体回収機構20は、カバー72上の液体1を回収する。このような液体1の供給と回収は連続的かつ自動的に行われる。この状態において、波面収差測定装置70は、投影光学系PLの波面収差を測定する。ここで、波面収差測定装置70が検出する検出光は、透明性部材であるカバー72を経て、液体1内を透過するので、液浸露光時における波面収差の測定を行うことができる。そして、波面収差測定装置70の測定結果は、制御装置CONTに出力され、制御装置CONTは適宜結像特性補正コントローラPAを動作し、投影光学系PLのレンズエレメントを移動制御し、光学特性の調整が自動的に行われる。

なお、本実施形態では波面収差測定装置70で波面収差の測定を行っている間は、液体1の供給と回収を連続的に行うようにしたが、これに限定されるものではない。例えば、測定中は液体1の供給と回収を停止させてもよいし、供給と回収を断続的に行うようにしてもよい。このような液体1の供給・回収動作は、検出手段の構成等に応

じて適宜設定すればよい。

- [0050] 上述したように、このような波面収差測定においては、波面収差測定装置70の上方にカバー72を設けた構成となっているので、液体1が波面収差測定装置70への液体1の漏洩や浸入を防止することができる。従って、光学特性の調整を良好に行うことができる。また、カバー72上においては、液体1で浸されるが、カバー72における上面72Tが撥液性を有しているので、カバー72上に液体1が留まることを防止することができる。また、溝部73が形成されているので、液体1がカバー72の周縁部に達したとしても、当該液体1は溝部73によって流されるので、カバー72の周縁部より外側に液体1が漏洩することを防止することができる。また、基板Pにおける上面PTと、基板ホルダPHにおける上面HTと、カバー72における上面72Tとが、Z方向において略同位置であるので、液体接触面2aと上面PTの距離と、液体接触面2aと上面72Tとの距離が略同じとなり、従って、液浸露光時と同じ液体1の液量で波面収差測定を行うことが可能となり、より正確な測定を行うことができる。なお、カバー72の上面72Tだけでなく基板ホルダPHの上面HTも撥液性を有するようにしてもよい。

なお、波面収差測定装置70による測定過程は、例えば、前述の特開2002-202221号に開示されており、その内容を本発明に適用させることもできる。

- [0051] また、本実施形態においては露光光としてArFエキシマレーザ光を用いているため、液体1は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトリソグラフィや光学素子(レンズ)等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び投影光学系PLの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

- [0052] そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水(水)の屈折率 n はほぼ1.44であるため、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光(波長193nm)を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約134nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空气中に比べて約 n 倍、すなわち約1.44倍に拡大されるため、空气中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

[0053] なお、本実施形態の液体1は水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光ELの光源が F_2 レーザである場合、この F_2 レーザ光は水を透過しないので、この場合、液体1としては F_2 レーザ光を透過可能な例えばフッ素系オイルや過フッ化ポリエーテル(PFPE)等のフッ素系の液体を用いればよい。また、液体1としては、その他に、露光光ELに対する透過性がある程度屈折率が高く、投影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトリソレジストに対して安定なもの(例えばセダー油)を用いることも可能である。

[0054] なお、本実施形態においては、ブラケット71が波面収差測定装置70を着脱可能に保持する構成になっているが、この装置に限定されるものではない。例えば、検出手段として、照度計等の他の光学測定器を用いることもできる。そして、そのような検出手段が検出(測定)時に用いる光に対して透過性を有する部材によってカバー72を形成すればよい。また、波面収差測定装置70では、検出光の受光部(検出部)が着脱可能な部分に配置されるようになっているが、このような構成に限定されるものではない。例えば、受光部が露光装置側(ステージ側)に常時設置され、検出光の光源部が着脱可能な部分に配置されるような構成の検出手段としてもよい。なお、カバー72は、検出光に対して透過性を有するだけでなく、一部に検出光を反射する機能を持たせることで、検出光の光路を偏向できるように構成してもよい。

本実施形態においては、ブラケット71が、検出装置(波面収差測定装置)70が保持されるように構成されているが、保持の動作は手動で行うようにしてもよいし、自動で行われるようにしてもよい。また、投影光学系PLの光学素子2とカバー72との間に液体1を満たした状態で検出を行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、光学素子2の代わりに他の部材を配置してその部材とカバー72との間に液体1を満たした状態で検出装置70を用いる場合や、カバー72上に液体1のみを供給した状態で検出装置70を用いる場合についても適用可能である。このような使用方法としては、例えば、液体1の状態を観察する場合が想定できる。

また、基板ホルダPHにブラケット71が設けられるようになっているが、ブラケット71の位置はこれに限定されるものではなく、例えば、基板ステージPSTに設けてもよい。

。さらに、基板ステージPSTの移動の妨げにならないようであれば、露光装置EX内のいずれかの固定部分に設けておき、検出装置70を使用する際に基板ステージPSTが所定の位置に移動するようにしてもよい。この場合、ブラケット71に検出装置70を取り付けた後、この検出装置70の検出光の光軸または光路上にカバー72が位置するように基板ステージPST(または基板ホルダPH)を位置決めすればよい。

また、ブラケット71を移動機構に取り付けておき、検出装置70で検出を行う際は、ブラケット71に取り付けられた検出装置70がカバー72の下部に配置されるように移動機構を駆動するようにしてもよい。このような移動機構としては、例えば、回転モータとこの回転モータに接続されたアームとで構成することができ、アームの先端にブラケット71を設置して検出装置70を所定の位置まで移動させればよい。

さらに、検出装置70を常時ブラケット71または固定部に取り付けておき、検出を行う際はカバー(光透過性部材)72の下部に検出装置が配置される(検出装置70の検出光の光軸または光路上にカバー72が位置する)ように、上述のようにしてカバー72と検出装置70の少なくとも一方を移動させるようにしてもよい。

[0055] また、本発明は、例えば、特開2001-338868号公報及びこれに対応する米国特許6,690,455号に開示された照度計や、特願2003-168037号公報に開示されている偏光度測定器等、ステージ(基板ステージ)に着脱可能な他の検出手段に対しても適用可能である。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記公報及び上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

さらに、上述の実施形態では、投影光学系PLと基板Pとの間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置や、ステージ上に所定深さの液体槽を形成しその中に基板を保持する液浸露光装置にも本発明を適用可能である。露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置の構造及び露光動作については、例えば、特開平6-124873号公報に、ステージ上に所定深さの液体槽を形成してその中に基板を保持する液浸露光装置については、例えば特開平10-303114号公報や米国特許第5,825,043号にそれぞれ開示されている。本国際出願で指定

した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記公報または米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

また、本発明は、特開平11-135400号に開示されているように、ウエハ等の被処理基板を保持して移動可能な露光ステージ(第1のステージ)と、各種の計測部材やセンサを備えた計測ステージ(第2のステージ)とを備えた露光装置にも適用することができる。この場合、カバー72や検出装置70用のブラケット71を前記計測ステージ側に設けてもよい。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記公報における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

また、上述の液浸法を適用した露光装置は、投影光学系PLの終端光学部材の射出側の光路空間を液体(純水)で満たしてウエハW(基板P)を露光する構成になっているが、国際公開第2004/019128号パンフレットに開示されているように、投影光学系の終端光学部材の入射側の光路空間も液体(純水)で満たすようにしてもよい。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記パンフレットにおける開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

- [0056] なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系の開口数NAが0.9〜1.3になることもある。このように投影光学系の開口数NAが大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク(レチクル)のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク(レチクル)のパターンからは、S偏光成分(TE偏光成分)、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が空気(気体)で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与するS偏光成分(TE偏光成分)の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数NAが1.0を超えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平6-188169号に開示されているようなラインパターンの長手方向

に合わせた斜入射照明法(特にダイポール照明法)などを適宜組み合わせるとより効果的である。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記公報における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

また、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系PLを使って、微細なライン・アンド・スペースパターン(例えば25〜50nm程度のL/S)を基板P上に露光するような場合、マスクMの構造(例えばパターンの微細度やクロムの厚み)によっては、Wave guide 効果によりマスクMが偏光板として作用し、コントラストを低下させるP偏光成分(TM偏光成分)の回折光よりS偏光成分(TE偏光成分)の回折光が多くマスクから射出されるようになる。この場合も、上述したような直線偏光照明を用いるのが望ましいが、ランダム偏光光でマスクMを照明しても、開口数NAが0.9〜1.3のように大きい投影光学系を使って高い解像性能を得ることができる。

また、マスクM上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合には、Wire Grid効果によりP偏光成分(TM偏光成分)がS偏光成分(TE偏光成分)よりも大きくなる可能性もあるが、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系を使って、25nmより大きいライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような条件であれば、S偏光成分(TE偏光成分)の回折光がP偏光成分(TM偏光成分)の回折光よりも多くマスクから射出されるので、投影光学系の開口数NAが0.9〜1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

さらに、マスク(レチクル)のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明(S偏光照明)だけでなく、光軸を中心とした円の接線(周)方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク(レチクル)のパターンが所定の一方方向に延びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるラインパターンが混在する場合には、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数NAが大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。

[0057] なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハ

のみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)等が適用される。

[0058] 露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置(スキャニングステッパ)の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置(ステッパ)にも適用することができる。また、本発明は基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

[0059] また、本発明は、特開平10-163099号公報及びこれに対応する米国特許6,341,007号、特開平10-214783号公報及びこれに対応する米国特許6,341,007号、特表2000-505958号公報及びこれに対応する米国特許5,696,441号などに開示されているツインステージ型の露光装置にも適用できる。なお、本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記公報における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

[0060] 露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)あるいはレチクル又はマスク等を製造するための露光装置等にも広く適用できる。

[0061] 基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータ(USP5,623,853またはUSP5,528,118参照)を用いる場合は、それらのステージを定盤に対して浮上させる方式としてエアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらかを用いるのが好ましい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

- [0062] 各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。
- [0063] 基板ステージPSTの移動により発生する反力は、特開平8-166475号公報及びこれに対応する米国特許5,528,118号に記載されているようなフレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がすようにして投影光学系PLに伝わらないようにしてもよい。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。
- また、マスクステージMSTの移動により発生する反力は、特開平8-330224号公報及びこれに対応する米国特許5,874,820号に記載されているようなフレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がすようにして投影光学系PLに伝わらないようにしてもよい。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令で許される限りにおいて、上記米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。
- [0064] 本実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。
- 各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は、温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行

うことが望ましい。

- [0065] 半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図7に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたレチクル(マスク)を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりレチクルのパターンを基板に露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。

請求の範囲

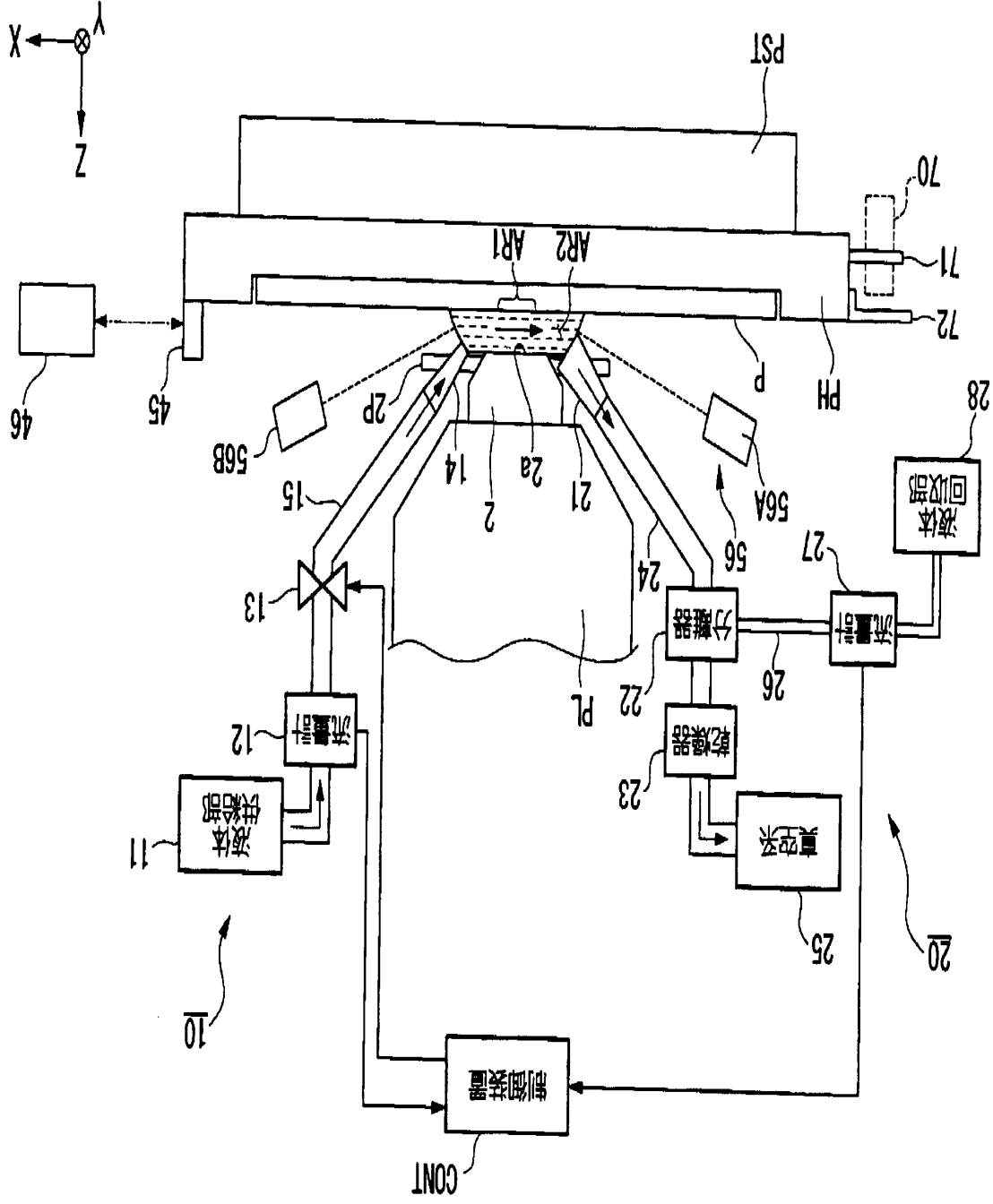
- [1] ステージ装置に保持された基板と投影光学系との間を液体で満たし、前記投影光学系と前記液体とを介して前記基板上にパターン像を投影することによって前記基板を露光する露光装置において、
- 前記ステージ装置は、該ステージ装置に着脱可能な検出手段を設置するための設置部と、前記検出手段を前記設置部に設置した際に前記検出手段の検出光の光路上に位置するように配置された光透過性部材と、を備えることを特徴とする露光装置。
- [2] 前記設置部及び前記光透過性部材は、前記ステージ装置の周縁部に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [3] 前記光透過性部材は、該光透過性部材の上面に前記液体を停留させる凹凸部を有していることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [4] 前記光透過性部材の上面は、撥液性を有していることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [5] 前記ステージ装置の上面と前記光透過性部材の上面は、前記投影光学系の光軸方向に関して、略同位置に設定されることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [6] 前記光透過性部材の上面は、前記投影光学系の光軸方向に関して、前記ステージ装置に保持された基板の上面と、略同位置に設定されることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。
- [7] 前記光透過性部材は、前記検出手段を構成する光学素子の一部であることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [8] 前記光透過性部材は、レンズを含むことを特徴とする請求項7に記載の露光装置。
- [9] 前記検出手段は、前記光透過性部材の上面に液体を満たした状態で検出を行うことを特徴とする請求項1に記載の露光装置。
- [10] 露光光を用いて基板上に所定のパターンを形成する露光装置であって、
- 前記露光光の光軸に対して移動可能なステージ装置と、
- 前記ステージ装置に設置され、上部に液体が供給される光透過性部材と、
- 検出を行う際に前記光透過性部材の下部に配置可能な検出装置と、を備えること

を特徴とする露光装置。

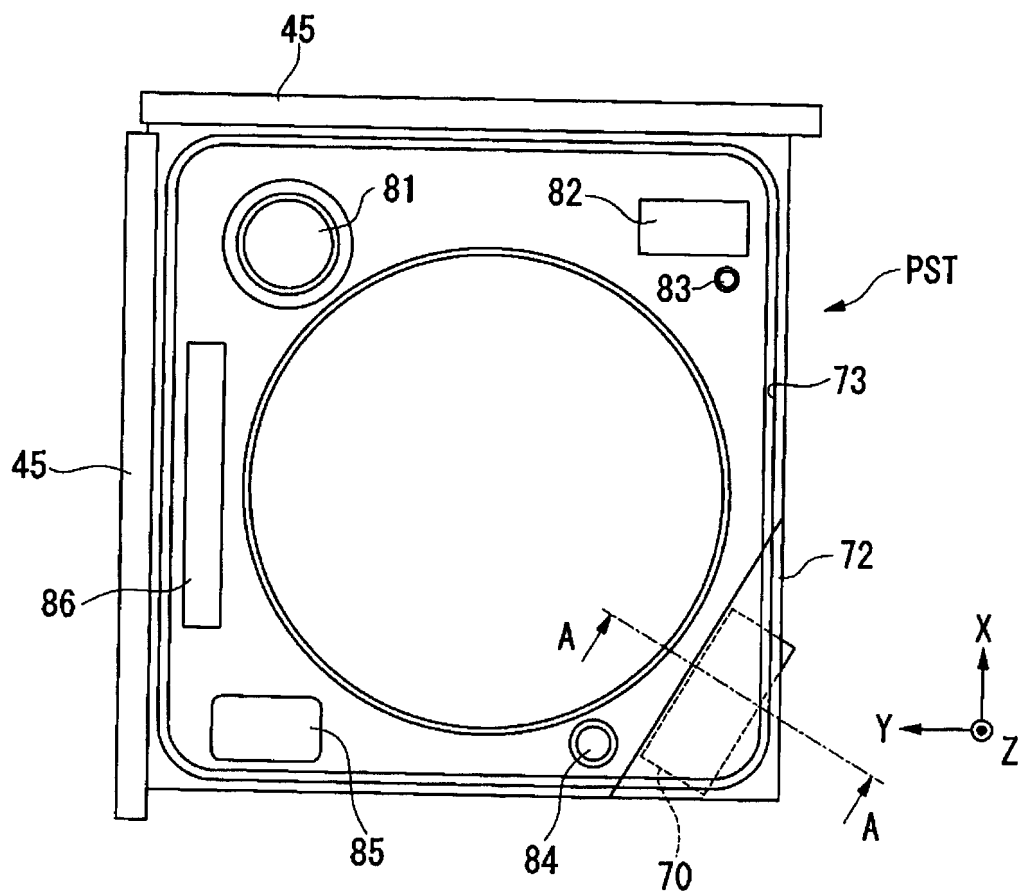
- [11] 前記検出装置は前記ステージ装置に着脱可能であることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [12] 前記検出装置を前記光透過性部材の下部に移動させる移動機構をさらに備えることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [13] 前記基板は、前記ステージ装置に保持されることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [14] 投影光学系をさらに備え、該投影光学系と前記基板との間を液体で満たした状態で露光を行うことを特徴とする請求項10または請求項13に記載の露光装置。
- [15] 前記光透過性部材は、前記検出装置の検出光の光路上に位置することを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [16] 前記光透過性部材は、前記検出装置を構成する光学素子の一部であることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [17] 前記光透過性部材はレンズを含むことを特徴とする請求項16記載の露光装置。
- [18] 前記光透過性部材は、前記ステージ装置に対して着脱可能であることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [19] 前記検出装置は、前記光透過性部材の上面に液体がある状態で検出を行うことを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [20] 前記光透過性部材は、前記ステージ装置の周縁部に設けられていることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [21] 前記光透過性部材の上面には液体を保持するための保持部が設けられていることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [22] 前記光透過性部材の上面には液体を保持するための凹凸部が設けられていることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [23] 前記光透過性部材の上面は撥液性を有することを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [24] 前記光透過性部材の上面と、前記ステージ装置に載置された基板上面とは略同一高さにあることを特徴とする請求項10記載の露光装置。

- [25] 前記光透過性部材の上面と、前記ステージ上面とは略同一高さにあることを特徴とする請求項19記載の露光装置。
- [26] 前記ステージ装置は、基板を保持する第1のステージと、該第1のステージとは別個に設けられた第2のステージとを有し、前記光透過性部材は前記第2のステージに設置されていることを特徴とする請求項10記載の露光装置。
- [27] 露光装置に請求項1または請求項10に記載の露光装置を用いることによりデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

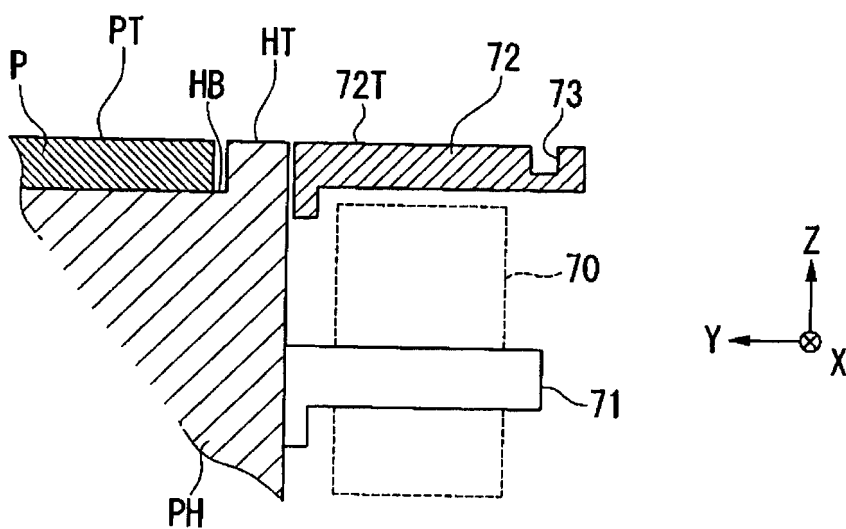
[[図3]]



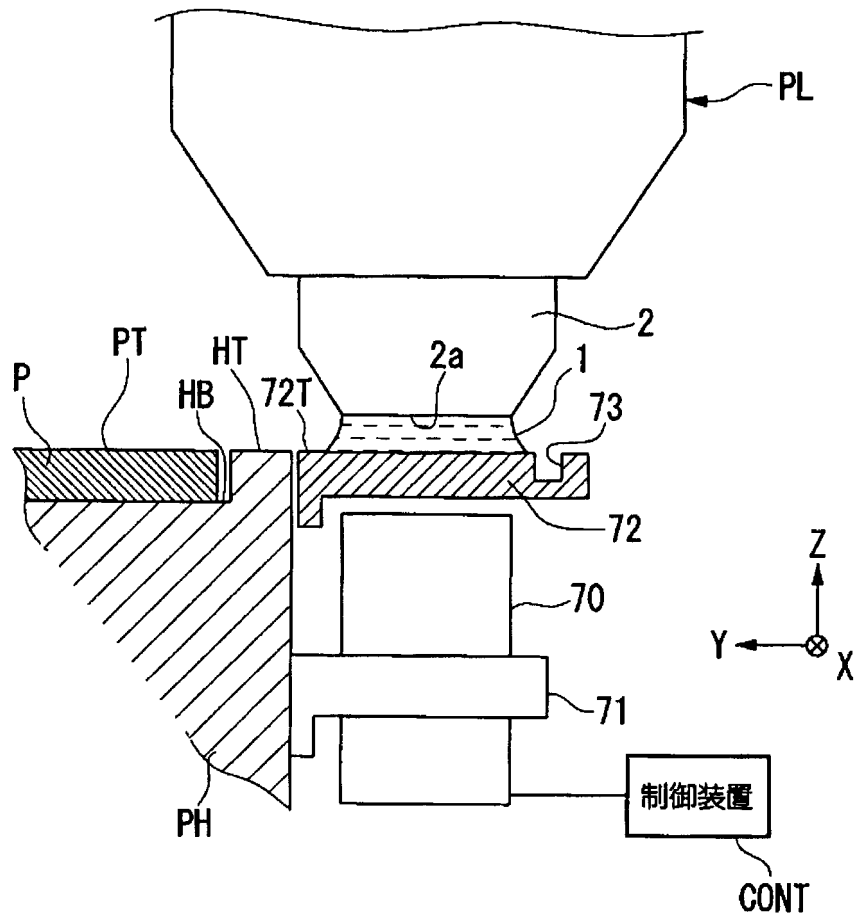
[図4]



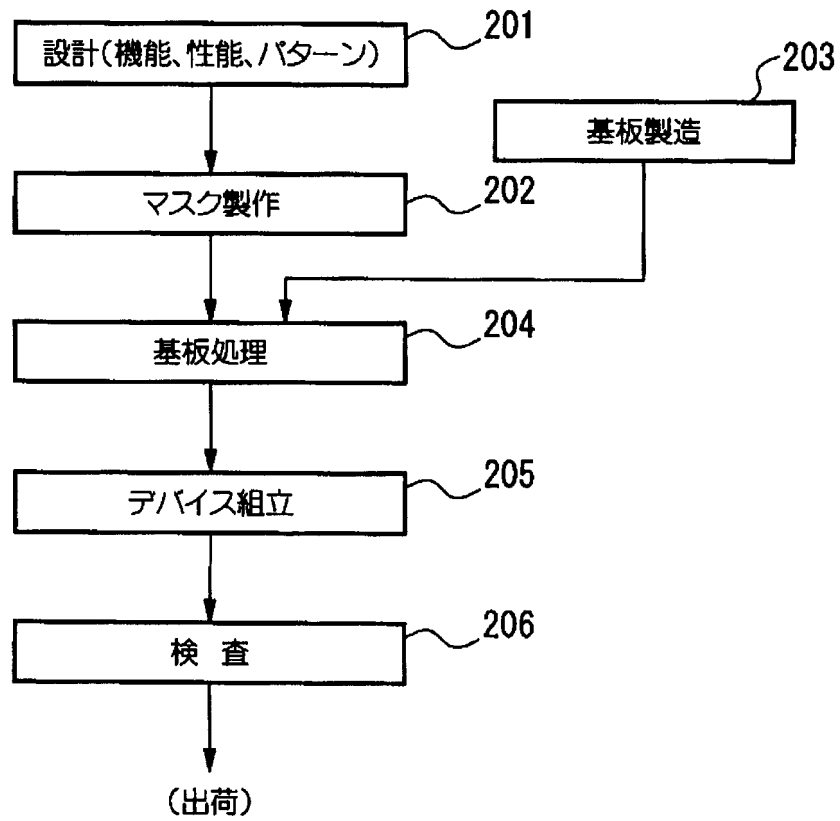
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-250677 A (Nikon Corp.), 06 September, 2002 (06.09.02), Par. Nos. [0048] to [0064]; Figs. 1, 2 & US 2002/0159048 A1	1-27
A	JP 2002-156280 A (Nikon Corp.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. No. [0027]; Figs. 1 to 4 & US 2002/0048007 A1	1-27
A	JP 2002-202221 A (Nikon Corp.), 19 July, 2002 (19.07.02), Par. Nos. [0048] to [0061]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-27

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 January, 2005 (11.01.05)

Date of mailing of the international search report
25 January, 2005 (25.01.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015235

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99/49504 A1 (Nikon Corp.), 30 September, 1999 (30.09.99), Page 1 & AU 2747999 A	1-27
A	JP 10-154659 A (Nikon Corp.), 09 June, 1998 (09.06.98), Par. Nos. [0141] to [0153]; Figs. 12, 13 & US 5825043 A & EP 834773 A2	1-27

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-250677 A (株式会社ニコン) 2002.09.06 [0048]-[0064]、図1, 2 & US 2002/0159048 A1	1-27
A	JP 2002-156280 A (株式会社ニコン) 2002.05.31 [0027]、図1-4 & US 2002/0048007 A1	1-27
A	JP 2002-202221 A (株式会社ニコン) 2002.07.19 [0048]-[0061]、図1, 2 (ファミリーなし)	1-27

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.01.2005

国際調査報告の発送日

25.1.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩本 勉

2M

9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き) . . . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 99/49504 A1 (株式会社ニコン) 1999.09.30 第1頁 & AU 2747999 A	1-27
A	JP 10-154659 A (株式会社ニコン) 1998.06.09 [0141]-[0153]、図12,13 & US 5825043 A & EP 834773 A2	1-27